

Hans Egger  
**Lebensräume**

Ausflüge in die Erdgeschichte  
von Salzburg und Oberbayern

salzburg  
2016



Blick vom Gamsfeld nach Nordwesten über die Osterhorngruppe der Nördlichen Kalkalpen.  
Im Hintergrund der Untersberg (links) und der Gaisberg (rechts)

## Dieses Buch ist der Erinnerung an den österreichischen Geologen Benno Plöchinger (1917–2006) gewidmet

Benno Plöchingers wissenschaftliche Leidenschaft galt der Geologie der Nördlichen Kalkalpen. Sie war sein Lebenselixier, das ihm half, selbst schwere gesundheitliche Krisen durchzustehen. Diese Angriffe auf seine Gesundheit begannen bereits wenige Jahre nach seinem Berufsantritt, als er sich 1953 bei einem dienstlichen Aufenthalt im Bregenzerwald mit der Kinderlähmung infizierte. Trotz der Folgen der Krankheit gelang es ihm, sein Berufsleben wieder aufzunehmen und weiter in der Natur unterwegs zu sein, um geologische Karten zu erstellen.

Als kartierender Geologe bewegt man sich meist abseits der Wege durchs Gelände, denn es gilt Gesteinskörper zu verfolgen und auf der Karte abzugrenzen. Es ist ein anstrengender Beruf, der hohen körperlichen Einsatz fordert, und oft ist es auch nicht ungefährlich, allein durch wegloses und steiles alpines Gelände zu marschieren. Benno Plöchinger liebte diese Tätigkeit, die ihm die Möglichkeit gab, jeden Tag etwas Neues zu entdecken und sich als Abenteurer, oder wie er es nannte *Desperado*, zu fühlen. Für diese Freiheit und diesen Wagemut zahlte er einen hohen Preis, denn die Krankheit hatte seine Beweglichkeit eingeschränkt und mehrere schwere Abstürze mit diversen Knochenbrüchen waren die Folge.

Mit zunehmendem Alter kamen neue Krankheiten und Operationen. Dennoch war im Gespräch mit Benno Plöchinger nie sein Gesundheitszustand im Vordergrund. Es war immer die Geologie, die zählte. Und trotz aller körperlichen Einschränkungen war er einer der aktivsten und produktivsten Geologen seiner Arbeitsstelle, der Geologischen Bundesanstalt, der er von 1950 bis 1982 angehörte. Die wichtigste Aufgabe dieser staatlichen Institution ist die Herausgabe der geologischen Karten des Staatsgebietes. Hier war Benno Plöchinger in seinem Element und führte in mehreren Bundesländern seine Kartierungen durch. Unter anderem ist es ihm zu verdanken, dass neue geologische Karten über den Großteil der Salzburger Kalkalpen erschienen sind. Dazu zählt auch die Karte des Wolfgangsee-Gebietes, wo er mit der Entdeckung einer für das Verständnis des Alpenbaues überaus bedeutenden Struktur (Wolfgangsee-Fenster), einen seiner größten wissenschaftlichen Erfolge feiern konnte.

Gleich nach seiner Pensionierung erschien im Jahr 1983 sein Buch über die Salzburger Kalkalpen im Verlag Gebrüder Borntraeger in Stuttgart. Auch in den folgenden Jahren blieb Benno Plöchinger Salzburg verbunden und gab sein Wissen über die Nördlichen Kalkalpen, deren bester Kenner er inzwischen war, in Vorlesungen an der Universität Salzburg weiter. Natürlich waren mit diesen Lehrveranstaltungen auch Exkursionen verbunden, denn ein Geologe oder eine Geologin gehört ins Gelände, und wir, seine Studenten und Studentinnen, ließen uns gerne von seiner Begeisterung anstecken.

Später, schon weitgehend an den Rollstuhl gefesselt, war Benno Plöchinger in seiner niederösterreichischen Heimatgemeinde Mödling aktiv und führte gemeinsam mit einem Kollegen die Neuaufstellung der geologischen Sammlung im Bezirksmuseum durch. Ergänzt wurde die Aktion durch ein hervorragendes Buch zur Geologie dieser Region. Wenige Tage vor seinem Tod korrigierte Benno Plöchinger im Spital noch die Druckfahnen seiner letzten Publikation, einer populärwissenschaftlichen Broschüre über den geologischen Aufbau der Umgebung von Hallein.

Benno Plöchingers Leben war geprägt durch seine Begeisterung für Geologie, die für ihn bis zu seinem Lebensende nichts von ihrer Faszination verloren hatte. Für Salon-Geologen hatte er nicht viel übrig. Geologie war für ihn vor allem die Arbeit im Gelände und die Möglichkeit, draußen in der Natur Entdeckungen zu machen. Zu geologischen Entdeckungen will auch dieses Buch anregen. Machen wir uns auf den Weg!

Der Hallstätter Kalk mit Schalen der Muschel *Monotis salinaria* wurde von Benno Plöchinger im Jahr 1988 am Wallbrunnkopf bei Bad Dürrenberg gesammelt. Diese Muschelart kam ausschließlich in der späten Triaszeit (Norium) vor und hatte damals weltweite Verbreitung. Die rote Zahl ist die Probennummer, die Plöchinger dem Stück, das sich heute in der Sammlung der Geologischen Bundesanstalt befindet, im Gelände gegeben hat.



# Inhalt

Vorwort.....9

## 1. Teil Spätes Perm und Trias 10 260–201 Millionen Jahre vor heute

1	Das Leopoldstal bei Bayerisch-Gmain .....	16
2	Der Wasserfall bei Hof.....	18
3	Die Almbachklamm bei Marktschellenberg .....	22
4	Der Hochstufen bei Bad Reichenhall.....	26
5	Die Steinerne Agnes bei Bischofswiesen .....	28
6	Der Hirtensteiner-Bruch bei Puch.....	30
7	Die Plötz bei Ebenau .....	32
8	Der Nockstein bei Koppl.....	34
9	Der Untersberg bei Grödig.....	36
10	Der Schwarzbach-Wasserfall bei Golling .....	40
11	Der Kirchenbruch in Bad Dürrenberg .....	42

## 2. Teil Jura und Kreide 44 201–66 Millionen Jahre vor heute

12	Der Schafberg bei St. Wolfgang.....	50
13	Die Steinbrüche bei Adnet .....	54
14	Der Grobriedel bei Gaißau .....	58
15	Die Glasenbachklamm bei Elsbethen .....	60
16	Der Schrambach-Wasserfall bei Kuchl.....	66
17	Das Roßfeld bei Hallein.....	68
18	Der Bauxit bei Glanegg .....	70
19	Die Steinbrüche bei Fürstenbrunn .....	72
20	Der Montforter Hügel bei Morzg .....	76
21	Der Högl bei Ainring .....	78
22	Die Felsschwelle bei Bergheim.....	80

## 3. Teil Paläogen und Neogen 82 66–2,6 Millionen Jahre vor heute

23	Der Stecherwald bei Teisendorf .....	88
24	Der Kohlbachgraben bei Anthering.....	90
25	Der Kühlbachgraben bei Fürstenbrunn .....	92
26	Das Bergbaumuseum in Achthal.....	94
27	Die Frauengrube und St. Pankraz bei Nußdorf.....	98
28	Der Hochstein bei Koppl .....	100
29	Der Teufelsgraben bei Seeham.....	102
30	Der Bachlauf bei Wimmern .....	104
31	Der Holzhäuslgraben bei Mattsee.....	106
32	Das Kirchholz bei Bad Reichenhall .....	108
33	Das Oichtental bei Göming .....	110

## 4. Teil Quartär 112 2,6–0 Millionen Jahre vor heute

34	Das Steintheater bei Anif .....	118
35	Die Tiefsteinklamm bei Schleedorf.....	122
36	Der Gletscherschliff bei St. Koloman .....	124
37	Die Trockenen Klammern bei Elsbethen .....	126
38	Der Schönrammer Filz bei Petting.....	130
	Danksagung .....	135
	Glossar.....	136
	Literaturverzeichnis .....	139
	Stratigrafische Tabelle.....	143

# Vorwort

*„Die Geschichte eines Volkes, so meinte er, sei vorgezeichnet von der Beschaffenheit des Bodens und könne nur gesetzmäßig erzählt werden, wenn dieser in jeder Phase mitspielt; die einzig wahre Geschichtsschreibung habe immer zur gleichen Zeit Erdforschung zu betreiben.“*

Peter Handke  
„Die Wiederholung“

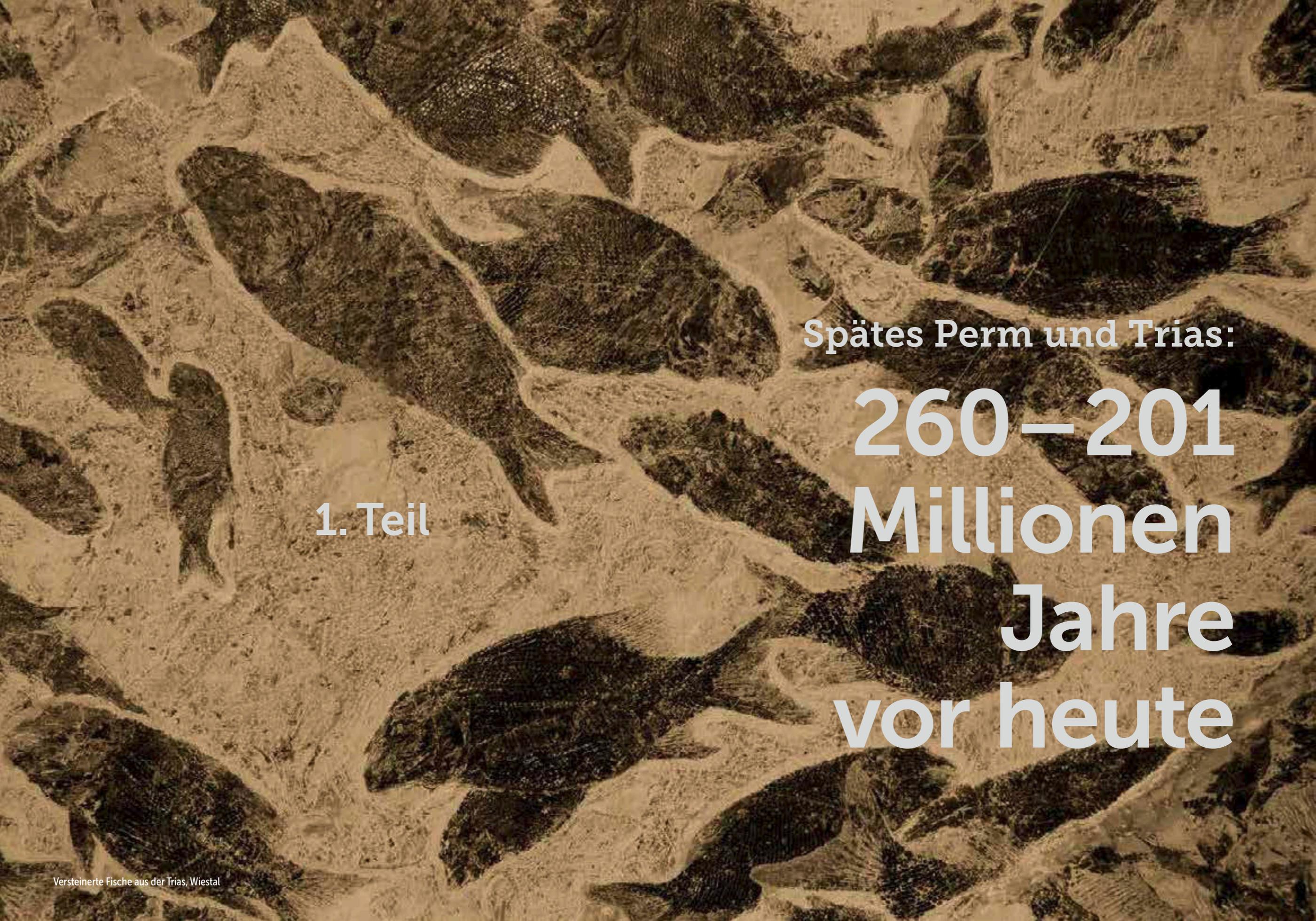
Schon komisch: Erdbeben, Vulkanausbrüche, Asteroideneinschläge oder die Wiederauferstehung der Dinosaurier im „Jurassic Park“ locken Millionen Kinobesucher vor die Leinwand, aber außerhalb der Katastrophenfilme gilt Geologie als so verstaubt, dass sie bestenfalls für extreme Langweiler noch irgendwie interessant ist. Klimawandel ist das große Thema unserer Zeit, die Nachrichten sind voll davon, aber Geologie kommt in den Debatten nicht vor. Dabei ist es gerade die Geologie, die zeigt, wie die Erde und das Klima funktionieren und welche Umweltbedingungen und Lebensräume auf diesem Planeten möglich sind.

„Lebensräume“ ist der Titel dieses Buchs. In Lebensräumen von der Tiefsee bis zur Tundra sind die geologischen Ablagerungen rund um Salzburg entstanden. Gemeinsam bilden sie heute einen neuen Lebensraum, in dem die Menschen die dominierenden Bewohner sind und das Potenzial vergangener Zeiten nutzen. Ohne das Salz aus der Permzeit wäre Salzburg – nomen est omen – nicht geworden, was es heute ist. Aber auch das Eisen aus dem Eozän und die wunderbaren Bau- und Dekorgesteine aus der Jura- und Kreidezeit und viele andere geologische Rohstoffe haben zum Wohlstand Salzburgs beigetragen und so erst viele der kulturellen Leistungen ermöglicht, für die Salzburg berühmt ist. Wirtschaft und Kultur sind hier untrennbar mit Geologie verbunden. Diesem Umstand soll Rechnung getragen werden, indem in diesem Buch nicht nur auf die Entstehung der Gesteine eingegangen wird, sondern auch auf ihre Bedeutung für die Menschen. Diese reicht vom einfachen Wallfahrtsandenken über die eigenartigen Kugelmühlen bis zum Trinkwasser und den rund 30.000 Lastwagenfahrten Sand und Kies, die im Land Salzburg aktuell jährlich abgebaut werden.

„Was ein Geologe nicht in den Beinen hat, hat er auch nicht im Kopf.“ Dieses Zitat des deutschen Geologen Hans Cloos gilt auch noch im heutigen digitalen Zeitalter. Geologie ist keine Schreibtisch-Wissenschaft. Wer Geologie „begreifen“ will, muss hinausgehen ins Gelände und Aufschlüsse besuchen. So nennen die Geologen jene erotischen Stellen, an denen der nackte Fels ans Tageslicht tritt. Im vorliegenden Buch werden achtunddreißig solcher Aufschlüsse und Aufschlussgruppen im Umland der Stadt Salzburg vorgestellt. Sie wurden in vier Teile gruppiert, die jeweils einem bestimmten Zeitabschnitt gewidmet und mit einem einleitenden Überblick versehen sind. Eine Ausnahme in dieser Gliederung bilden quartäre Ablagerungen, die, wenn sie unmittelbar benachbart zu älteren Gesteinen vorkommen, gemeinsam mit diesen besprochen werden. Die Lage der Aufschlüsse ist in einer Übersichtskarte dargestellt und auf Detailkarten, die für jeden Aufschluss angefertigt wurden. Zur zeitlichen Orientierung dient die stratigrafische Tabelle am Ende des Buchs (Seite 143).

Im **1. Teil** werden Ablagerungen aus dem Zeitraum zwischen 260 und 200 Millionen Jahren vor heute vorgestellt. Es sind Gesteine, die vorwiegend in seichten tropischen Meeren in Äquatornähe entstanden sind und heute die Hauptmasse der Nördlichen Kalkalpen bilden. Der **2. Teil** umfasst die Zeit zwischen 200 und 66 Millionen Jahren vor heute, die geprägt war von der Entstehung eines neuen Ozeanbeckens. Dieses war schmal, aber mehr als 3.000 m tief. Am Tiefseeboden wurden vor allem Turbidite sedimentiert, das sind Ablagerungen von Schlammlawinen, die mit großer Geschwindigkeit über den Meeresgrund rasen und Hunderte oder sogar Tausende Kilometer zurücklegen bevor sie zum Stillstand kommen. Im **3. Teil** wird die Zeit zwischen 66 und 2,6 Millionen Jahren vor heute besprochen, die zu den wärmsten Abschnitten der Erdgeschichte gehört. In diese Zeit fällt die Schließung des schmalen Tiefseebeckens durch den Zusammenstoß der Europäischen mit der Afrikanischen Kontinentalplatte vor 42 Millionen Jahren. Das ist die eigentliche Geburtsstunde der Alpen, die sich im Anschluss daran zu heben begannen. Der **4. Teil**, der die letzten 2,6 Millionen Jahre umfasst, ist der einzige Teil, der sich nicht mit Meeresablagerungen beschäftigt, sondern ausschließlich mit Sedimenten, die unter oder neben den riesigen Eiszeitgletschern entstanden. Diese Gletscher modellierten die Landschaft und schufen die heutige Geländeform.

Zweihundertsechzig Millionen Jahre auf 140 Buchseiten unterzubringen war eine Herausforderung. Keine Ahnung, ob es gelungen ist, Geologie anschaulich und zugänglich zu machen und Neugierde für die Erdgeschichte zu wecken. Jedenfalls hat es Freude gemacht, dieses Buch zu schreiben, und ich kann nur hoffen, dass es dem einen oder der anderen auch Freude bereitet, darin zu lesen.



Spätes Perm und Trias:

**260–201**

**Millionen**

**Jahre**

**vor heute**

**1. Teil**

10

## Aus dem Bauch des Hohen Göll Der Schwarzbach-Wasserfall bei Golling

Literatur: KLAPPACHER & KNAPCZYK, 1979

Der dramatischen Inszenierung des Gollinger Wasserfalls wird sich kaum jemand entziehen können: Ein geheimnisvolles Höhlenportal, durch das der 5 m breite Bach ans Tageslicht tritt, eine imposante natürliche Felsbrücke aus obertriassischem Dachsteinkalk und zwei Wasserfallstufen, über die der Bach fast 100 m tief ins Salzachtal stürzt, vereinen sich zu einem großartigen Spektakel.



Die Quelle des Schwarzbachs

### Herkunft im Dunkeln

Pro Sekunde schüttet die Schwarzbach-Quelle bis zu 20 m<sup>3</sup> Wasser, von dem lange Zeit vermutet wurde, dass es aus dem Königssee stammt. Das Wasser sollte dort gegenüber der berühmten Kirche St. Bartholomä ins sogenannte Kuchler Loch fließen und bei Golling wieder ans Tageslicht treten. Doch dann zeigten Markierungsversuche mit Farbe und anderen leicht nachweisbaren Stoffen, dass das Einzugsgebiet der Schwarzbach-Quelle im verkarsteten Dachsteinkalk des Göll-Massivs liegt.

Die genauen Wege des Wassers liegen aber noch im Dunkeln. Der deutsche Höhlentaucher Hasenmayr erkundete die Quellschneise, die als schmaler Gang im Dachsteinkalk steil nach unten führt. In dem nur 5 °C kalten Wasser tauchte der mutige Mann bis in eine Tiefe von 50 Metern, dann musste er umkehren, weil der Druck durch das überlagernde Wasser zu groß wurde. Ein ganzes Höhlensystem harret hier noch seiner Erforschung.



Detail des unteren Wasserfalls

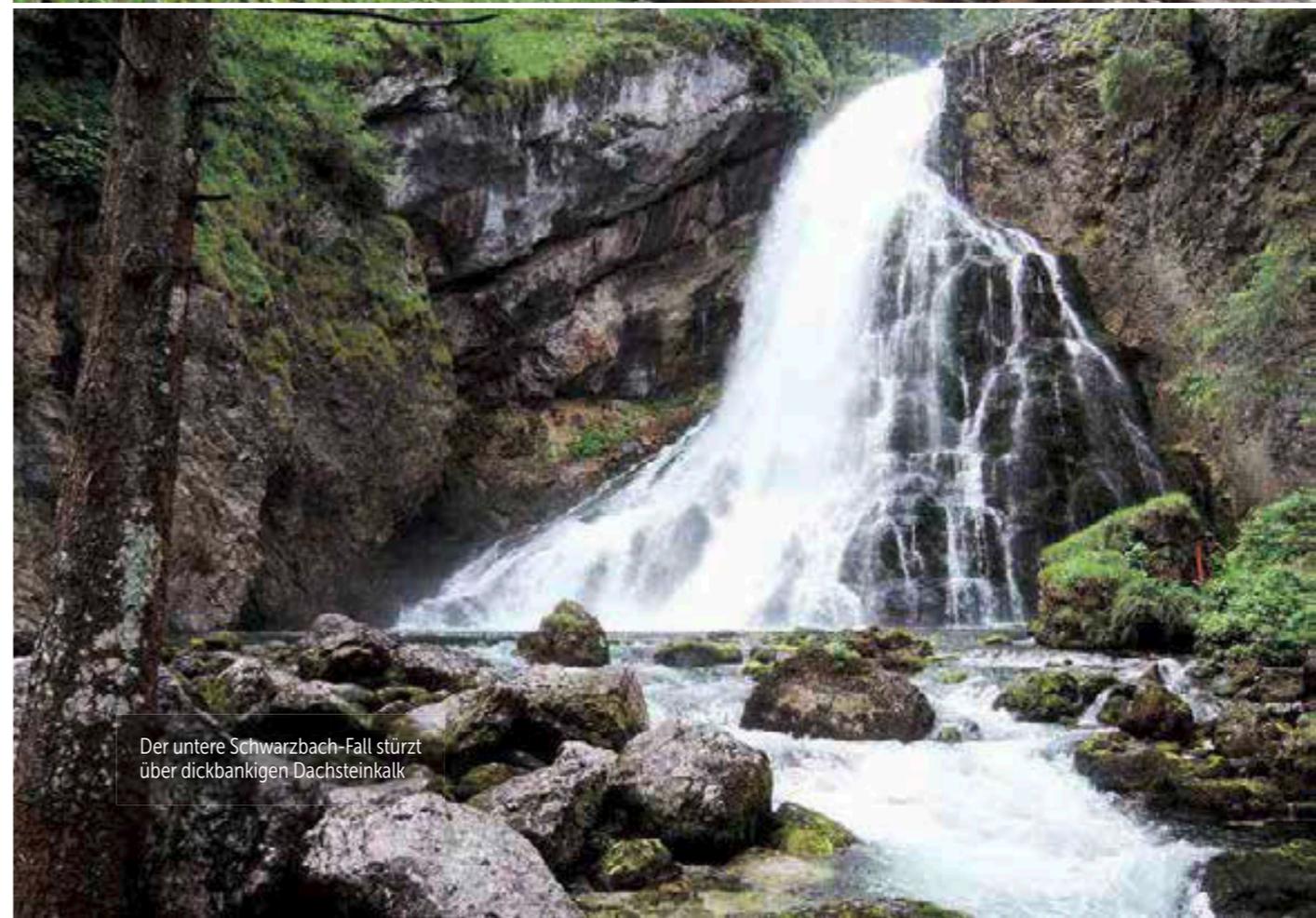


Der Wasserfall an der westlichen Flanke des Salzachtals ist etwa 3 km vom Gollinger Bahnhof entfernt. Am Weg liegt das Kirchlein St. Nikolaus. Es steht auf einem Konglomerat, das am Rand des abschmelzenden rißzeitlichen Gletschers gebildet wurde. Neben vielen anderen Aufgaben ist der vielbeschäftigte heilige Nikolaus auch der Schutzpatron der Müller und verweist auf die Mühlen, die vom Schwarzbach betrieben wurden.

☛ 47°36'07"N 013°08'15"E



Der obere Schwarzbach-Fall ist hinter einer Felsbrücke verborgen



Der untere Schwarzbach-Fall stürzt über dickbankigen Dachsteinkalk

# Klimawandel

Bisher war in diesem Buch fast ausschließlich von Lebensräumen im Meer und von tropischen und subtropischen Klimazonen die Rede. In diesem letzten Kapitel wird eine Umwelt vorgestellt, die sich radikal geändert hat. Durch die Hebung der Alpen verschwanden die letzten Meeresgebiete in Salzburg vor etwa 18 Millionen Jahren und mit dem Beginn der Quartärzeit vor 2,6 Millionen Jahren bildeten sich bedingt durch die weltweite Klimaabkühlung die ersten Eisschilde auf der Nordhalbkugel. Auch in den Alpen entstanden große Gletscher. Vor etwa 20.000 Jahren begann das Inlandeis im Alpenraum abzuschmelzen und die Täler wurden rasch wieder eisfrei. Mit einer starken Erwärmung begann vor knapp 12.000 Jahren das Holozän, der Zeitabschnitt, in dem wir heute leben und von dem wir nicht wissen, ob er nur eine vorübergehende wärmere Episode oder tatsächlich der Beginn einer neuen Warmzeit ist.



Vor etwa 25.000 Jahren, während des Höhepunktes der letzten Eiszeit (Würm), waren weite Teile Europas von dicken Eispansern bedeckt. Da große Wassermengen in diesen Eisschilden gebunden waren, lag der Meeresspiegel etwa 130 m tiefer als heute und die Kontinente hatten einen anderen Umriss (verändert nach [www.iceagenow.info/ice-age-maps-2](http://www.iceagenow.info/ice-age-maps-2)).

## Sintflut oder Vereisung?

Bis weit ins 19. Jahrhundert hinein wurden die meisten quartären Sedimente als Hinterlassenschaften der biblischen Sintflut gedeutet und nach dem lateinischen Wort für Überschwemmung als Diluvium bezeichnet. Erst der Vergleich mit den Ablagerungen gegenwärtiger Gletscher führte zu der – noch lange umstrittenen – Erkenntnis, dass es sich beim Diluvium um Relikte vergangener Vereisungen handelt. Heute wird für diesen unteren Abschnitt des Quartärs der Name Pleistozän verwendet.

Für die Pleistozänzeit waren starke Klimaschwankungen kennzeichnend. Kalte, glaziale Episoden, in denen die Durchschnittstemperatur etwa  $10^{\circ}\text{C}$  unter der heutigen Temperatur lag, wechselten mit interglazialen Episoden, in denen es feuchter und sogar etwas wärmer war als heute.

## Sonnenenergie

Das Klima hängt entscheidend von der Sonneneinstrahlung ab. Die von der Sonne ausgestrahlte Energie ist zwar annähernd konstant, der auf die Erde eintreffende Anteil unterliegt aber je nach Breitengrad zeitlichen Änderungen. Neben den durch die Neigung der Erdachse hervorgerufenen Jahreszeiten gibt es noch andere Einflussfaktoren, die periodisch wiederkehren.

Die einjährige Umlaufbahn der Erde um die Sonne ist eine Ellipse, die nur sehr wenig von einer Kreisbahn abweicht. Diese Abweichung wird **Exzentrizität** genannt. Die Exzentrizität und damit der Energieeintrag der Sonne ändern sich in Abständen von etwa 100.000 Jahren. Die Sonneneinstrahlung ändert sich auch durch periodische Veränderungen des Neigungswinkels der Erdachse (**Obliquität**), die in Abständen von 41.000 Jahren auftreten, und durch die Rotation der Erdachse (**Präzession**), die eine Periode von 26.000 Jahren hat. Durch die Präzession bewegt sich die Erde wie ein trudelnder Kreisel.

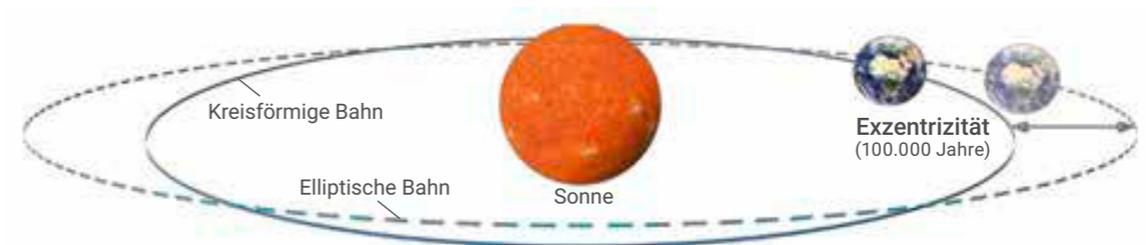


Vom Gletscher der letzten Eiszeit (Würm) abgelagerte Grundmoräne bei der Eiskapelle nahe Hintersee

Präzession  
(26.000 Jahre)



Obliquität  
(41.000 Jahre)



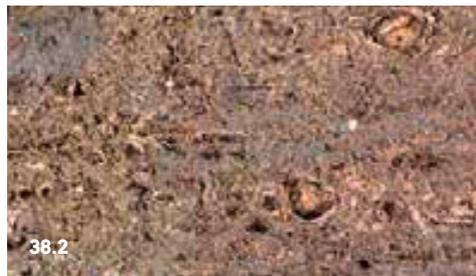
## In der Stille des Moors Der Schönramer Filz bei Petting

Literatur: LEININGER, 2014

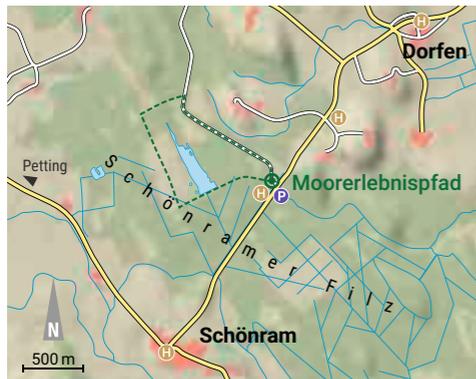
Gespensische Geschichten geistern durch den Kopf: Moorleichen, Morast, Irrlichter, Massenmörder auf der Flucht, fleischfressende Pflanzen. Moore sind keine Sehnsuchtsorte wie der Wald, die Berge oder das Meer. Moore wurden gemieden und waren lange Zeit nur dazu da, trockengelegt zu werden, um landwirtschaftlich nutzbare Flächen oder Brennmaterial zu gewinnen.



38.1



38.2



### Torf

In Oberbayern werden Moore auch der oder das Filz genannt. Wie fast alle Moore im salzburgisch-bayerischen Alpenvorland gehört auch der Schönramer Filz zu den Verlandungsmooren. Sie entstanden in der welligen Grundmoränenlandschaft, die der Salzach-Gletscher nach seinem Abschmelzen zurückgelassen hat. Wegen der Wasserundurchlässigkeit der Grundmoräne sammelte sich in den flachen Senken und Wannen dieser Landschaft das Schmelz- und Niederschlagswasser. Viele dieser Seen und Teiche wurden im Lauf der Zeit mit Sedimenten aufgefüllt. In der Endphase dieser Verlandung eroberten torfbildende Pflanzen das Gewässer von den Ufern her und beschleunigten die Verlandung durch Torfbildung. Die Verlandung eines Gewässers ist abgeschlossen, sobald die letzte freie Wasseroberfläche verschwunden ist.

Unter den Sedimenten nimmt der Torf eine Sonderstellung ein, denn er besteht nicht aus Kalk, Sand oder Ton, sondern fast ausschließlich aus den Resten abgestorbener Sumpf- und Wasserpflanzen. Dass diese Pflanzen konserviert wurden, verdanken sie der Ablagerung im Wasser, wo Sauerstoffmangel die Verwesung stark einschränkt. Unter diesen Bedingungen bleibt auch der Blütenstaub hervorragend erhalten, der vom Wind aus dem umgebenden Land ins Moor geweht wurde. Mit diesen Pollenkörnern kann die Vegetationsgeschichte und damit die Klimageschichte seit dem Abschmelzen der Gletscher rekonstruiert werden. Deshalb sind Moore die wichtigsten Archive für die Klimaentwicklung in Europa während der letzten 18.000 Jahre.

**38.1** Zum Trocknen gestapelte Torfsoden

**38.2** Im Torf sind noch Pflanzenteile erkennbar

**38.3** Der Moorsee ist die mit Grundwasser gefüllte alte Abbaugrube

**38.4** Für die Besucher des Moorlehnpfades wird an einem kleinen Torfstich der händische Torfabbau präsentiert

Von Freilassing nach Petting fährt mehrmals täglich (s. Fahrplan in [www.bahn.de](http://www.bahn.de)) der Autobus und hält in Schönram. Von der Haltestelle sind es etwa 1,5 km Fußweg zum Beginn des Moorlehnpfades, der neben der Verbindungsstraße von Schönram nach Laufen liegt.

☉ 47°53'57"N 012°51'35"E – Ausgangspunkt



38.3



38.4

# Danksagung

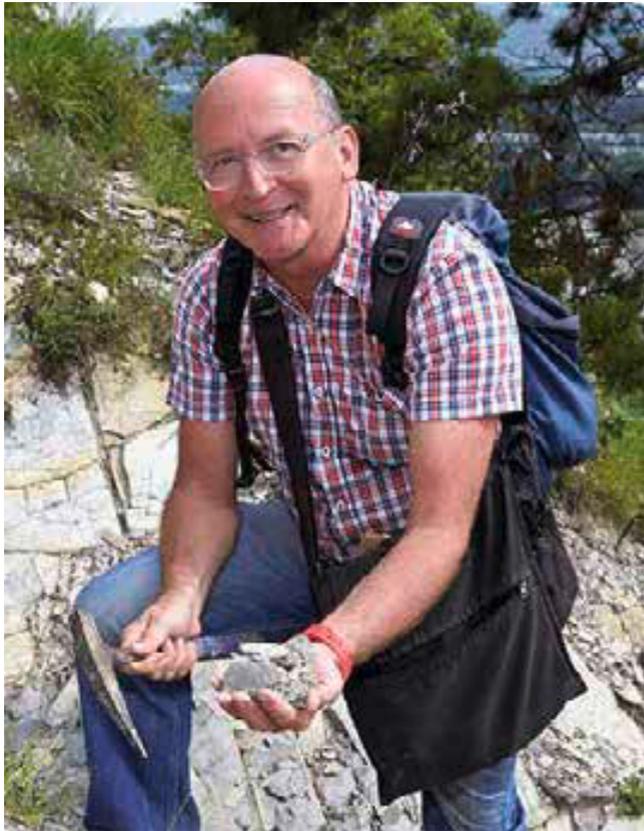


Foto: Hans Ringhofer

## Hans Egger

wurde 1960 in Elsbethen bei Salzburg geboren. Nach dem Abschluss des Studiums der Geologie und Paläontologie an der Universität Salzburg und mehreren Auslandsaufenthalten begann er 1990 seine berufliche Karriere an der Geologischen Bundesanstalt in Wien. Er ist dort heute Leiter der Abteilung für Paläontologie und Stratigraphie. Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeit ist die geologische Erforschung der nördlichen Ostalpen und die zeitliche Einstufung von Gesteinen mit Nannofossilien. Zahlreiche seiner bislang rund 170 wissenschaftlichen Publikationen beschäftigen sich mit der Geologie der Umgebung der Stadt Salzburg.

Rainer Braunstingl, Salzburger Landesgeologe und seit fast 40 Jahren ein guter Freund, hatte im Herbst 2015 die großartige Idee: Ich sollte ein geologisches Buch zum Jubiläum „200 Jahre Salzburg bei Österreich“ schreiben und er werde sich um den Rest kümmern. Mir war nicht klar, was der „Rest“ sein sollte, dafür wusste ich, dass ich an einem solchen Buch nur nach Feierabend, an den Wochenenden und im Urlaub arbeiten würde können. Warum sollte ich so blöd sein, mir das anzutun?

Dann fing ich aber doch mit dem Schreiben an, denn schließlich sollte es in dem Buch um das Gebiet gehen, in dem ich aufgewachsen bin, das mir am Herzen liegt und das bis heute einen der Schwerpunkte meiner geologischen Arbeit bildet. Viele Menschen haben mir geholfen, die Schönheiten und Besonderheiten dieser Landschaft zu entdecken und zu verstehen. Das Buch bietet die Möglichkeit ihnen allen zu danken, wenn auch nur wenige mit Namen genannt werden können.

Von meinen Lehrern am Institut für Geowissenschaften der Universität Salzburg, allen voran von meinen Dissertationsbetreuern Gottfried Tichy und Günther Frasl, erhielt ich das nötige Rüstzeug für meine berufliche Laufbahn und den ersten Einblick in die Salzburger Geologie. Hier darf auch Herbert Stradner nicht fehlen, der mir in seiner Vorlesung und bei vielen anderen Gelegenheiten beibrachte, Gesteine mithilfe von winzigsten Fossilien (kalkigem Nannoplankton) zeitlich einzustufen. Diese Methode war die Grundlage für viele spätere Arbeiten.

In den folgenden Jahren setzte ich mich oftmals mit der Geologie von Salzburg auseinander, viele dieser Arbeiten entstanden in enger Kooperation mit Kollegen und Kolleginnen aus dem In- und Ausland. Von den österreichischen Kollegen muss hier Fred Rögl an erster Stelle genannt werden, aber auch Max Bichler, Ewald Brückl, Christa-Charlotte Hofmann, Dirk van Husen, Heinz Huber, Elisabeth Kirchner, Christian Köberl, Mandana Homayoun-Peresson und Wolfgang Schnabel haben wesentlich zur Lösung unterschiedlichster Fragestellungen beigetragen. Peter Bijl und Henk Brinkhuis (Niederlande), Antonino Briguglio (Italien), Claus Heilmann-Clausen (Dänemark), Erica Crouch (Neuseeland), Robert Darga, Juliane Fenner und Matthias Freimoser (Deutschland), Omar Mohamed (Ägypten), Birger Schmitz (Schweden), Klaus Schwerd (Deutschland) und Alfred Uchman (Polen) waren von außerhalb Österreichs bei der Erforschung der Umgebung der Stadt Salzburg mit dabei. Viele unserer in Fachzeitschriften publizierten Ergebnisse haben in dem Buch Verwendung gefunden.

Auf einigen der für das Buch notwendigen Geländebegehungen wurde ich begleitet von Judith Herbst, Rosa Hohenwallner, Ursula Lechner, Margit Priewasser, Heinz Vielweib und der Familie Braunstingl (Rainer, Birgit, Felix, Julian und Laurenz). Am öftesten war meine Schwester Anneliese Denifle mit von der Partie. Gemeinsam mit ihr durfte ich schon vor gut 50 Jahren zum ersten Mal den Untersberg besteigen, für das Buch haben wir diese und andere Wanderungen wiederholt.

Für hilfreiche Ratschläge und die Möglichkeit Objekte aus den Sammlungen abbilden zu dürfen danke ich Anna Bieniok und Norbert Winding vom Salzburger Haus der Natur, Roland Klosa vom Förderverein Bergbaumuseum Achthal e.V., Bernhard Schlag vom Museum Burg Golling und Norbert Urban von der Stiftsammlung St. Peter.

Besten Dank geht an Ronald Blakey, für die Erlaubnis einige seiner paläogeografischen Karten verwenden zu dürfen, und an Hans Ringhofer für das Porträtfoto. Für die kritische Durchsicht von Teilen des Textes und Anregungen zum Design wird Johanna und Ewald Brückl, Dieter Fellner und Ursula Fellner-Weinmann, Hans-Gert Linzer, Friedl Nussbaumer und Helga Perez-Mato herzlich gedankt. Sie haben Teile des Manuskriptes gelesen, und ihre Korrekturen und Anregungen haben geholfen, Ungereimtheiten und Fehler auszumerzen. Sollten im Buch noch Fehler enthalten sein – und ich hoffe, es sind sehr wenige –, sind sie allein mir anzukreiden.

Ganz besonders herzlicher Dank gilt Markus Kogler, der sofort Feuer und Flamme war, als er von dem Vorhaben erfuhr. Ohne sein Können und seine Geduld wäre das ganze Unternehmen vermutlich nicht über die Anfänge hinausgekommen. Markus erstellte die Grafiken und das Design für das gesamte Buch, gab zahlreiche Anregungen, ließ sich durch meine dauernden Änderungswünsche nicht entmutigen und hat in allen Phasen geholfen.

Ohne unsere großzügigen Sponsoren, der Salzburg 20.16 GmbH und der Rohöl-Aufsuchungs-Gesellschaft, wäre die aufwendige Gestaltung des Buchs nicht möglich gewesen.

# Glossar

## A

### **Ablagerung, Ablagerungsgesteine**

Gesteine, die durch die Ablagerung von mineralischem oder organischem Material an der Erdoberfläche entstehen. Die Ablagerung kann durch unterschiedliche Prozesse geschehen (chemische Ausfällung; biologische Entstehung; Ablagerung durch Wasser, Eis oder Wind; Ablagerung nach Transport durch die Schwerkraft).

### **Abtragung**

Durch Wasser, Eis, Wind oder alleine durch die Schwerkraft wird Gesteinsmaterial auf der Erdoberfläche bewegt.

### **Ammoniten**

Am Ende der Kreidezeit ausgestorbene Verwandte der Tintenfische. Fast alle Arten dieser Meeresbewohner hatten spiralförmig aufgerollte Gehäuse. Das größte bisher in Österreich gefundene Ammonitengehäuse wurde in der Nähe des Paß Gschütt entdeckt und hat einen Durchmesser von knapp einem Meter.

### **Asche**

Vulkanische Asche ist kein Verbrennungsprodukt, sondern bezeichnet feinkörnige (<2 mm) vulkanische Ablagerungen, die bei explosiven Vulkanausbrüchen ausgeworfen worden sind.

### **Asteroid**

Kleinplaneten mit Durchmessern zwischen 1 km und 1000 km werden als Asteroiden bezeichnet. Über 600.000 solche, die Sonne umkreisende Himmelskörper sind bekannt, ihre tatsächliche Anzahl ist vermutlich wesentlich größer.

### **Aufschluss**

An der Erdoberfläche ist der Felsuntergrund oft mit Lockermaterial oder Boden bedeckt. Orte, an denen das Gestein zugänglich ist, werden Aufschlüsse genannt.

## B

### **Bankung**

Ablagerungsgesteine zeigen oft eine deutliche Unterteilung in parallele Abschnitte, die als Bänke bezeichnet werden. Eine Bank kann zwischen einem Zentimeter und mehreren Metern dick sein. Innerhalb der Bänke können oft mm-dicke Lagen auftreten, die als Schichtung bezeichnet werden. Bankung und Schichtung deuten auf Änderungen in den Ablagerungsbedingungen hin.

### **Benthos**

Alle Organismen, die am Boden von Gewässern leben.

### **Brekzie**

Gestein, das zum überwiegenden Teil aus eckigen Bruchstücken besteht.

## D

### **Decke**

Ein ausgedehnter, oft Tausende Quadratkilometer großer Gesteinskörper, der durch tektonische Kräfte kilometerweit auf andere Gesteine überschoben wurde.

### **Dinoflagellaten**

Eine Gruppe pflanzlicher Einzeller (Algen), die vorwiegend im Meer leben und dort in den oberen Wasserschichten einen Teil des Phytoplanktons bilden.

### **Diskordanz**

Trennfläche, die eine Sedimentationsunterbrechung innerhalb einer Gesteinsabfolge belegt. Durch Hebungen der Erdkruste oder durch eine Senkung des Meeresspiegels setzte die Sedimentation aus, gleichzeitig kam es oft zur Abtragung vorher gebildeter Sedimente.

### **Dünnschliff**

Wenige Hundertstel Millimeter dickes, lichtdurchlässiges Gesteinsplättchen, mit dem der Gesteinsaufbau unter dem Mikroskop analysiert wird.

## E

### **Erdfall**

Einsturztrichter an der Erdoberfläche, die durch das Einbrechen eines Hohlraumes im Untergrund entstanden ist.

**Erosion** s. Abtragung

## F

### **Fenster**

Tektonische Fenster sind Öffnungen oder Lücken in einer Decke. Innerhalb des Fensters sind von der Decke überschobene Gesteine aufgeschlossen.

### **Formation**

Eine definierte Gesteinsabfolge, die im Gelände gut erkennbar und verfolgbar ist. Eine Formation sollte solche Ausmaße haben, dass sie zumindest auf einer Karte im Maßstab 1:10.000 darstellbar ist. Formationen können weiter unterteilt sein in Sub-Formationen.

### **Flysch**

Bezeichnung für mächtige Turbiditabfolgen. Da es keine gültige Definition des Begriffs gibt, sollte er besser nur im historischen Zusammenhang verwendet werden.

### **Foraminiferen**

Tierische Einzeller, die fast ausschließlich im Meer vorkommen, wo sie sowohl als Benthos am Meeresboden als auch als Plankton in der Wassersäule leben können.

### **Fossilien**

Belege für Leben in der Erdgeschichte vor dem Holozän. Körperfossilien sind die Überreste von Lebewesen, Spurenfossilien entstanden durch die Tätigkeiten von Lebewesen. Der Größe nach kann zwischen Makrofossilien (mit freiem Auge sichtbar), Mikrofossilien (mit einer starken Lupe erkennbar) und Nannofossilien (bei starker Vergrößerung im Lichtmikroskop erkennbar) unterschieden werden.

## G

### **Granit**

Gestein, das in der Erdkruste durch das langsame Abkühlen und Erstarren einer Gesteinsschmelze (Magma) gebildet wird. Hauptbestandteile eines Granits sind die Minerale Quarz, Feldspat und Glimmer.

## H

### **Hornsteinknolle**

In Kalkschlamm können sich große Mengen von Schwammnadeln und anderen aus Siliziumdioxid bestehenden organischen Resten befinden. Während der Gesteinsbildung wird das Siliziumdioxid mobilisiert und reichert sich in Knollen und Lagen an.

### **Huminsäure**

Gruppe von Säuren, die aus teilweise abgebauten pflanzlichen Stoffen bestehen. Diese bilden im Boden den Humus, eine meist dunkle Masse organischer, schwer abbaubarer Substanzen. Ein Teil der Huminsäuren ist wasserlöslich, daher kommt die braune Farbe des Moorwassers, aber auch des Tees.

## K

### **Karbonatgesteine**

Gesteine, die aus Karbonatmineralen aufgebaut werden. Kalkstein ist vor allem aus Kalziumkarbonat (Kalzit) aufgebaut, Dolomitstein aus Kalzium-Magnesium-Karbonat (Dolomit).

### **Karst**

Karstlandschaften entstehen, wenn durch die im Niederschlagswasser gelöste Kohlensäure Karbonatgesteine korrodiert werden. Außer den Karbonatgesteinen können auch Sulfatgesteine (Gips, Anhydrit) verkarsten.

### **Kies**

Sediment mit gerundeten Komponenten, die Korngrößen zwischen 2 mm und 63 mm aufweisen.

### **Konglomerat**

Verfestigter Kies

### **Korngröße**

Begriff um die Größe der Komponenten eines Sedimentes und Sedimentgesteins zu beschreiben.

## M

### **Molasse**

Der Abtragungsschutt eines aufsteigenden Gebirges wird als Molasse bezeichnet. Da die Hebung der Alpen im Eozän begann, setzte auch die alpine Molassesedimentation zu dieser Zeit ein. Die Molasse umfasst sowohl Meeresablagerungen als auch Flussablagerungen.

### **Moräne**

Sediment, das durch die Anhäufung von Gesteinsschutt entstanden ist, der im oder auf dem Gletschereis transportiert wurde. Moränen zeigen keine Korngrößensortierung, große Blöcke und feinkörniges Material kommen gemeinsam vor. Grundmoränen werden unter dem Gletscher gebildet und sind durch die Auflast des Gletschereises verfestigt. Endmoränen entstehen am Gletscherrand und sind umso ausgeprägter, je länger der Gletscherrand ortsfest war.

## N

### **Nannoplankton**

Vorwiegend Meeresalgen (Phytoplankton), die winzige kalkige Gehäuseelemente besitzen. Diese Algen kommen auch in den heutigen Ozeanen vor, fossil sind sie seit der späten Trias bekannt. Die einzelnen Elemente haben Durchmesser von einigen Hundertstel bis maximal wenige Hundertstel Millimeter.

### **Nekton**

Alle Organismen, die aktiv schwimmend in Gewässern vorkommen.

### **Nördliche Kalkalpen**

Ein bis zu 50 km breiter Teil der nördlichen Ostalpen, der sich vom Alpenrheintal bis zum Wiener Becken erstreckt. Die Schichtfolge besteht fast ausschließlich aus Meeresablagerungen, die vom späten Perm bis in das Oligozän gebildet wurden. Die Hauptmasse dieser Gesteine sind mächtige Kalk- und Dolomitabfolgen aus der Triaszeit.

## P

### **Penninischer Ozean**

Ein östlicher Seitenast des Atlantiks, der sich im frühen Jura zu öffnen begann und im Eozän (Lutetium) wieder geschlossen wurde.

## Plankton

Lebewesen, die nicht aktiv schwimmen, sondern in Wasserströmungen trift. Das Plankton besteht sowohl aus Pflanzen (Phytoplankton) als auch aus Tieren (Zooplankton).

## Pollen

Der Blütenstaub oder Pollen setzt sich aus einzelnen Pollenkörnern zusammen, die meist Durchmesser von einigen Hundertstel Millimeter haben. Die Pollenkörner sind die Träger der männlichen Keimzellen von Blütenpflanzen.

## R

### Radiolarien

Tierische Einzeller, die als Plankton ausschließlich im Meerwasser vorkommen. Sie besitzen filigrane Gehäuse aus Siliziumdioxid.

### Radiolarit

Ablagerungsgestein, das zu einem großen Teil aus den mikroskopisch kleinen Gehäusen von Radiolarien besteht.

### Rhenodanubische Zone

Eine schmale geologische Einheit der nördlichen Ostalpen, die sich vom Rheintal bis zum Donautal verfolgen lässt. Sie stammt aus dem *Penninischen Ozean* und wird fast ausschließlich aus Turbiditen aufgebaut, die zwischen der Unterkreide und dem frühen Eozän gebildet wurden. Mit einem alten Begriff wird die Rhenodanubische Zone auch als Flyschzone bezeichnet.

## S

### Sandstein

Verfestigter Sand. Sand besteht aus karbonatischen und/oder *siliziklastischen* Komponenten die einen Durchmesser zwischen 2 mm und 0,063 mm besitzen.

### Schichtfolge

Eine Abfolge von Gesteinen

### Schichtlücke

Zeitabschnitte, die innerhalb einer Schichtfolge nicht durch Sedimente dokumentiert sind. Derartige Schichtlücken sind durch Sedimentationsunterbrechungen, oft auch verbunden mit der Abtragung zuvor abgelagerter Sedimente, bedingt.

**Schichtung** s. Bankung

**Sedimentation** s. Ablagerung

**Sedimente, Sedimentgestein** s. Ablagerungsgestein

### Siltstein

Verfestigter Silt. Silt besteht aus karbonatischen und/oder siliziklastischen Komponenten die einen Durchmesser zwischen 0,063 mm und 0,02 mm besitzen.

## Siliziklastisch

Wenn Sand, Silt und Ton vor allem aus silikatischen Komponenten (z.B. Quarz, Feldspat, Glimmer) bestehen, werden sie als siliziklastische Sedimente bezeichnet (das griechische Wort *klastos* bedeutet „in Stücke zerbrochen“), da ihre Komponenten von anderen Gesteinen stammen, die zerstört wurden. Siliziklastische Ablagerungen bilden bei Weitem die Hauptmasse der auf der Erdoberfläche gebildeten Sedimente.

## Suspension

Stoffgemisch aus einer Flüssigkeit und darin in Schwebelage befindlichen Hartteilen.

## T

### Tektonik

Lehre vom Aufbau der Erdkruste und den Kräften und Bewegungen, die diesen Bau bewirkt haben.

### Terrassenschotter

Während der glazialen Episoden im Pleistozän schütteten die in zahlreiche Rinnen aufgespaltenen Flüsse im Vorfeld der Gletscher weite Schotterebenen auf. Während der wasserreichen interglazialen Episoden schnitten sich die Flüsse in diese Ebenen ein. So entstanden markante Geländestufen (Terrassenkanten) in den mächtigen Talfüllungen.

### Tonstein

Ablagerungsgestein, dessen Komponenten kleiner als 0,002 mm sind.

### Trübestrom

Eine *Suspension* aus Wasser und Sediment, das sich unter dem Einfluss der Schwerkraft über dem Boden eines stehenden Gewässers nach unten bewegt. Die Bewegung setzt sich auch bei sehr geringen Hangneigungen noch fort. Trübestrome können Geschwindigkeiten von 80 Stundenkilometer erreichen und sich über viele Hunderte Kilometer fortbewegen.

### Turbidit

Ablagerung aus einem Trübestrom. In Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Trübestroms und der Korngröße des transportierten Materials entstehen bestimmte Sedimentstrukturen (Abnahme der Korngröße von unten nach oben, Parallelschichtung, Schrägschichtung).

## V

### Verwerfung (Störung)

Grenzfläche, an der es innerhalb des Gesteinskörpers zu *tektonischen* Bewegungen gekommen ist. Gesteine unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Entstehung können an einer Verwerfung aneinandergrenzen.

# Literaturhinweise

Leider können im hier vorgegebenen Rahmen nur einige wenige Hinweise auf weiterführende Literatur gegeben werden. Es handelt sich dabei um eine subjektive Auswahl. Eine ausführliche Bibliografie geologischer Literatur über das Land Salzburg befindet sich in Pestal et al. (2009).

**Bernoulli, D., Jenkyns, H. (1970):** A Jurassic Basin: The Glaserbach Gorge, Salzburg, Austria. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Jg. 1970, 504–531.

**Böhm, F., Ebli, O., Krystyn, L., Lobitzer, H., Rakus, M., Siblik, M. (1999):** Fauna, stratigraphy and depositional environment of the Hettangian-Sinemurian (Early Jurassic) of Adnet (Salzburg, Austria). – Abhandlungen Geologische Bundesanstalt, 56/2, 143–271.

**Böhm, F. (2003):** Lithostratigraphy of the Adnet Group (Lower to Middle Jurassic, Salzburg, Austria). – Österreichische Akademie der Wissenschaften, Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommission, Stratigraphia Austriaca 16, 231–268.

**Dopsch, H. (1999):** Inn-Salzach. Ein Flusssystem macht Geschichte. Laufener Seminarbeitrag 5/99, 41–56 (Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege).

**Dorner, R., Höfling, R., Lobitzer, H. (2009):** Nördliche Kalkalpen in der Umgebung Salzburgs (Exkursion H am 17. April 2009). Jahresberichte Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, Neue Folge 91, 317–366.

**Egger, H. (2009):** Rhenodanubische Flyschzone und Südhelvetikum in Salzburg und Oberösterreich (Exkursion I am 17. April 2009). Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, Neue Folge 91, 367–392.

**Egger, H., Heilmann-Clausen, C., Schmitz, B. (2000):** The Palaeocene/Eocene-boundary interval of a Tethyan deep-sea section and its correlation with the North Sea Basin. Société Géologique de France Bulletin 171, 207–216.

**Egger, H., Husen, D. van (2003):** Geologische Karte von Österreich 1:50.000, Blatt 64, Straßwalchen. – Geologische Bundesanstalt.

**Egger, H., Homayoun, M., Huber, H., Rögl, F., Schmitz, B. (2005):** Early Eocene climatic, volcanic, and biotic events in the northwestern Tethyan Untersberg section, Austria. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 217, 243–264.

**Egger, H., Brückl, E. (2006):** Gigantic volcanic eruptions and climatic change in the early Eocene. – International Journal of Earth Sciences 95, 1065–1070; Berlin (Springer).

**Egger, H., Husen, D. van (Red.) (2009):** Erläuterungen zu Blatt 64 Straßwalchen. – 87 S., Wien (Geologische Bundesanstalt).

**Egger, H., Heilmann-Clausen, C., Schmitz, B. (2009):** From shelf to abyss: Record of the Paleocene/Eocene-boundary in the Eastern Alps (Austria). – Geologica Acta, 7, 215–227.

**Egger, H., Mohamed, O. (2010):** A slope-basin model for early Paleogene deep-water sedimentation (Achtal Formation nov. nom.) at the Tethyan continental margin (Ultraschelvic realm) of the European Plate (Eastern Alps, Germany). – Austrian Journal of Earth Sciences, 103, 121–137.

**Egger, H., Briguglio, A., Rögl, F., Darga, R. (2013):** The basal Lutetian transgression on the Tethyan shelf of the European craton (Adelholzen beds, Eastern Alps, Germany). – Newsletter on Stratigraphy, 46/3, 287–301.

**Egger, H., Mohamed, O., Rögl, F. (2013):** Plankton stratigraphy of the Santonian at Morzg, Salzburg (Gosau Group, Northern Calcareous Alps, Austria). – Austrian Journal Earth Sciences, 106, 89–114.

**Egger, H., Briguglio, A., Rögl, F. (2017):** Eocene Stratigraphy of the Reichenhall Basin (Eastern Alps, Austria, Germany). – Newsletter on Stratigraphy, 50/3, 341–362.

**Enzinger, K. (2006):** Högl – Bauernland und Sandsteinbrüche. – 342 S., Goldegg (Rupertus-Verlag).

**Erhardt, W. (1931):** Der Stauf. Geologische Aufnahme der Berge zwischen Reichenhall und Inzell. – Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 11, 49 S. (Verlagsanstalt Tyrolia).

**Fasching, G.L. (2012):** Luftschutzzollen 1943–1945 Altstadt Salzburg. – PANGEO Austria 2012, Exkursion 11, 15 S.

**Faupl, P., Tollmann, A. (1979):** Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. – Geologische Rundschau, 68: 93–120.

**Freudlspurger, H. (1919):** Die Salzburger Kugelmühlen und Kugelspiele. Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde 59, 1–36.

**Fugger, E. (1899):** Das Salzburger Vorland. Jahrbuch k.k. Geologische Reichsanstalt 49, 287–428.

**Fugger, E. (1906):** Die Gaisberggruppe. Jahrbuch k.k. Geologische Reichsanstalt 56, 29–258.

**Fugger, E. (1907):** Die Salzburger Ebene und der Untersberg. Jahrbuch k.k. Geologische Reichsanstalt 57, 455–528.

**Fugger, E., Kastner, C. (1885):** Naturwissenschaftliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg. – 131 S., Salzburg (Hermann Kerber).

**Gawlick, H.-J., Lein, R. (1997):** Neue stratigraphische und fazielle Daten aus dem Jakobberg- und Wolfdietrichstollen des Hallein-Bad Dürrnberger Salzberges und ihre Bedeutung für die Interpretation der geologischen Verhältnisse im Bereich der Hallein-Berchtesgadener Schollenregion. Geologisch-Paläontologische Mitteilungen der Universität Innsbruck 22, 199–225.

**Gorjanović-Kramberger, K. (1905):** Die obertriadische Fischfauna von Hallein in Salzburg. – Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, 18, 193–224.

**Günther, W., Tichy, G. (1979):** Bauxitbergbau in Salzburg. – Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, 118, 327–340.

**Hagn, H. (1979):** Maria-Ecker-Pfennige – Versteinerungen aus dem Chiemgau als Wallfahrtsandenken. – Volkskunst, Zeitschrift für volkstümliche Sachkultur 3, 167–175 (München).

**Hagn, H., Wellenhofer, P. (1973):** Der Kressenberg – eine berühmte Fossilagerstätte des bayerischen Alpenvorlandes. – Jahrbuch Verein zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere, 38, 1–35 (München).

**Haeckel, E. (1904):** Kunstformen der Natur. 200 S., Leipzig (Bibliographisches Institut).

**Husen, D. van (1987):** Die Ostalpen in den Eiszeiten. – Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen der Geologischen Bundesanstalt, 24 S. und eine Übersichtskarte.

**Husen, D. van, Reitner, J.M. (2011):** An outline of the Quaternary stratigraphy of Austria. – E&G Quaternary Science Journal 60, 366–387.

**Husen, D. van, Egger, H. (Red.) (2014):** Erläuterungen zu Blatt 65 Mondsee. – 143 S., Wien (Geologische Bundesanstalt).

**Keilig, K.-P., Lehrberger, G. (2017):** Sandsteinvorkommen der Höglberge (Rupertswinkel, Oberbayern): Historische Steinbrüche, petrographische Charakterisierung und Anwendungsbeispiele. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, Neue Folge 99, 473–499.

**Kieslinger, A. (1964):** Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. – 436 S., Salzburg/Stuttgart (Das Bergland-Buch).

**Klappacher, W., Knapczyk, H. (1979):** Salzburger Höhlenbuch, Band 3, 487 S.

**Kretschmer, F. (2002):** Marmor aus Adnet. – Heimatbuch Adnet, 1. Band, 332 S., (Gemeinde Adnet).

**Krische, O., Gorican, S., Gawlick, H.-J. (2014):** Erosion of a Jurassic ophiolite nappes stack as indicated by exotic components in the Lower Cretaceous Rossfeld Formation of the Northern Calcareous Alps (Austria). *Geologica Carpathica* 65, 3–24.

**Lagally, U., Rohrmüller, J. (Red.) (2012):** Hundert Meisterwerke – Die schönsten Geotope Bayerns. 288 S. (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

**Leininger, K.W. (2014):** Geheimnis Moor. – 175 S. (Styria).

**Leitich, F., Müller, G. (1997):** Der Gaisberg. Salzburgs Hausberg im Zeitgeschehen von zwei Jahrhunderten. Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, 16. Ergänzungsband, 205 S.

**Müller-Salzburg, L., Fecker, E. (1979):** Felssanierung mit Hilfe von Kunststoffen im Steintheater Hellbrunn. Mitteilungen Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, 118, 365–378.

**Pestal, G., Hejl, E., Braunstingl, R., Schuster, R. (2009):** Erläuterungen zur geologischen Karte von Salzburg 1:200.000. – 162 S. (Geologische Bundesanstalt).

**Rasser, M.W., Piller, W.E. (1999):** Lithostratigraphische Neugliederung im Paläogen des österreichisch-bayerischen Südhelvetikums. Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 56, 699–712.

**Rasser, M.W., Vasicek, Z., Skupien, P., Lobitzer, H., Boorova, D. (2003):** Die Schrambach-Formation an ihrer Typuslokalität (Unter-Kreide, Nördliche Kalkalpen, Salzburg): Lithostratigraphische Formalisierung und „historische“ Irrtümer. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen 16, 193–216.

**Reiser, K.A. (1895):** Geschichte des Blei- und Galmei-Bergwerks am Rauschenberg und Staufen in Oberbayern. – Beilage zum vierten Jahresbericht der Kgl. Luitpold-Kreisrealschule in München, 71 S.

**Richter, M. (1929):** Die nordalpine Flyschzone zwischen Salzburg und Wien. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abt. B, 369–379.

**Rögl, F., Egger, H. (2010):** The missing link in the evolutionary origin of the foraminiferal genus *Hantkenina* and the problem of the Lower/Middle Eocene boundary. – *Geology*, 38, 23–26.

**Rupp, Ch. (2009):** Die Molassezone von Salzburg und Oberösterreich (Exkursion D am 16. April 2009). Jahresberichte Oberrheinischer Geologischer Verein, Neue Folge 91, 203–245.

**Schauberger, O., Zankl, H., Kühn, R., Klaus, W. (1976):** Die geologischen Ergebnisse der Salzbohrungen im Talbecken von Bad Reichenhall. *Geologische Rundschau* 65/2, 558–579.

**Schramm, J.-M. (2012):** Geologische Folgewirkung einer „nassen“ Grenze – Zum kausalen Zusammenhang zwischen Napoleons Kriegen und technisch geologischen Problemen im Salzburger Stadtbereich. *Berichte der Geologischen Bundesanstalt* 96, 37–44.

**Schultz, O. (2013):** Pisces. – *Catalogus Fossilium Austriae*, 3, 577 S. (Österreichische Akademie der Wissenschaften).

**Stocker, E. (1988):** Die Glaserbachklamm. Aktuelle Prozesse, geomorphologische Entwicklung und Naturraumausstattung. – *Salzburger Geographische Arbeiten*, 17, 237–254.

**Tichy, G., Herbst, J. (1997):** Naturkundlich-geologischer Führer durch den geschützten Landschaftsteil Glaserbachklamm, Gemeinde Elsbethen/Salzburg. 114 S. (ÖNB und ÖAV).

**Waldner, F. (1936):** Die Trockenen Klammern. Ein Bergschliff bei Elsbethen in Salzburg (580 – 800 m ü. d. M.). – *Speläologisches Jb.*, Jg. XV-XVII, 58–62.

**Winkler, S. (1999):** Der Salzburger Erzbergbau am Teisenberg. 37 S. (Förderverein Bergbaumuseum Achthal e.V.).

**Wolf, G., Moosleitner, G., Hornung, T. (2015):** Die norischen Fischmergel des Wiestales bei Hallein. *Forschungen des Museums Burg Golling* 1, 11–19.

# Impressum

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2017 Verlag Anton Pustet  
5020 Salzburg, Bergstraße 12  
Sämtliche Rechte vorbehalten.

**Grafik, Satz und Produktion:**  
Markus Kogler

**Lektorat:**  
Anja Zachhuber

**Druck:**  
Druckerei Theiss, St. Stefan im Lavanttal  
Gedruckt in Österreich

ISBN: 978-3-7025-0870-8

[www.pustet.at](http://www.pustet.at)

**Topografie:**  
© BEV 2017, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesens in Wien, N2017/29337

**Bildnachweis:**  
Wenn nicht anders angegeben stammen die Abbildungen vom Autor

Der Inhalt dieses Buches wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.